

484

На правах рукописи



**ТКАЧЕНКО Татьяна Яковлевна**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА  
НЕЧЕТКИХ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации  
(промышленность)**

**А в т о р е ф е р а т**

**диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук**

**НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА**

**Уральского Госуниверситета  
г.Екатеринбург**

**Екатеринбург - 2002**

Работа выполнена в Уральском государственном техническом университете

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор Гольдштейн С.Л.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Волкова Г.Д.

доктор технических наук, профессор Зобнин Б.Б.

доктор технических наук, профессор Мельников А.В.

Ведущая организация -

Институт проблем управления РАН

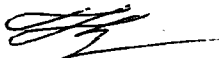
Защита состоится "25" "ИЮНЯ" 2002 г. на заседании Диссертационного совета Д 212.298.03 в Южно-Уральском государственном университете по адресу 454080 г. Челябинск, пр. Ленина, 76 (ауд. 244)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Южно-Уральского государственного университета.

Автореферат разослан "22" "Мая" 2002 г.

Ученый секретарь Диссертационного совета

кандидат технических наук



А.М.Коровин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** На современном этапе в качестве сложного объекта производственной и научной деятельности часто выступают нечеткие наукоемкие технологии (ННТ). Они представлены как формализованными, так и неформализованными знаниями. К нечетким относят физические, химические, металлургические, горнодобывающие технологии, а также технологии, находящиеся на стыке предметных областей, например, биомедицинские, электротехнологии (в частности электрохимические). Примерами нечетких технологий в активных системах могут быть медицинские, образовательные, правоохранительные и другие.

В современных условиях практически единственным доступным ресурсом для решения проблем ННТ остается информация, а точнее – знания. Однако принятие решений на основе частично или совсем неструктурированной информации в рамках стихийно сложившейся среды взаимодействия специалистов разного профиля и уровня (предметников, специалистов по информационным технологиям, проектировщиков, управленцев и т.д.), работающих с нечеткими технологиями, остается неэффективным. В таких условиях актуальна проблематика, связанная с предоставлением комплексной интеллектуально-информационной поддержки при обслуживании ННТ на основе системной интеграции специалистов всех организационных уровней, методов и средств работы с нечеткими технологиями, которая направлена на получение стратегически значимого для сложных объектов эффекта.

В настоящее время многими крупными специалистами в области интеллектуальной поддержки управления нечеткими технологиями активно ведутся работы по различным аспектам обслуживания сложных объектов. Широко известны разработки в области информационной математики и управления организациями российских ученых Арнольда В.И., Буркова В.Н., Глушкова В.М., Горбатова В.А., Ляпунова А.А., Моисеева Н.Н., Редкозубова С.А., российских и зарубежных исследователей в области системных наук и

искусственного интеллекта: Аверкина А.Н., Бира С., Гавриловой Т.А., Заде Л., Месаровича М., Минского М., Попова Э.В., Поспелова Д.А., Поспелова Г.С., Саати Т., Такахара Я., Ханта Д., Хейеса-Рота Ф., Эшби У., Янга С., в области проектирования систем и перепроектирования бизнес-процессов: Брукса Ф.П., Волковой Г.Д., Норенкова И.П., Рота К., Хаммера М., Чампи Дж., Шеера А.-В., представителей уральской школы разработчиков современной математической теории управления нечеткими наукоемкими технологиями - Еремина И.И., Жабреева В.С., Красовского Н.Н., Логиновского О.В., Мазурова В.Д., Чапцова Р.П., Ченцова А.Г. и др. Большую значимость и высокую потребность в решении проблем нечетких технологий подтверждают и исследования, проводимые в рамках программы «Университеты России» Минобразования РФ.

**Объект исследования.** Нечеткие технологии производственной и социальной сфер.

**Предмет исследований.** Методология и интеллектуальные информационно-компьютерные средства, предназначенные для обслуживания нечетких технологий.

**Цель работы.** Методология, технология и инструментарий интеллектуально-информационной поддержки нечетких наукоемких технологий для получения стратегического эффекта от использования информационных и интеллектуальных ресурсов.

Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие **задачи**:

- определение специфики нечетких технологий в различных предметных областях;
- разработка методологии комплексного (системотехнического) обслуживания сложных объектов;
- моделирование и разработка инструментальной среды системотехнического обслуживания сложного объекта (ИС СОСО);
- реализация и применение ИС СОСО для интеллектуально-информационной поддержки при разрешении проблемных ситуаций с нечеткими технологиями в различных предметных областях.

**Методы исследований.** Проведенные в работе исследования и разработки базируются на использовании достижений системологии, системотехники, теории

моделирования, теории управления, информатики, информациологии, дискретной математики, искусственного интеллекта.

**Основные научные положения, представляемые к защите:**

1. ННТ актуальны на сегодняшнем этапе развития общества и производства как в научно-исследовательском аспекте, так и с точки зрения практического использования. Однако они часто недостаточно описаны, и существует необходимость создания для них пакетов моделей. При описании нечетких технологий между вербальной (гуманитарная парадигма) и математической (естественно - научная парадигма) формализациями необходима промежуточная, в составе концептуальных, алгоритмических, функционально-структурных, критериальных и информационных моделей.
2. Существующая интеллектуально-информационная поддержка ННТ осуществляется в рамках стихийно формирующейся среды обслуживания (наряду с рыночными средами товаров и услуг) и поэтому неэффективна. Для улучшения интеллектуально-информационной поддержки необходимо формирование среды обслуживания нового качества на основе системного упорядочения взаимосвязей между ее составляющими (заинтересованными лицами, методами, средствами). Деятельность по формированию такой среды требует создания специальной методологии и соответствующего инструментария.
3. Методология интеллектуально-информационной поддержки ННТ должна быть основана на системной интеграции и системном позиционировании заинтересованных лиц, методов и средств за счет использования схемы разрешения проблемных ситуаций и схемы управления знаниями. Схема разрешения проблемных ситуаций, возникающих при обслуживании нечетких технологий, требует последовательного и/или интегрированного применения методов и средств предметного, информационного, компьютерного и системного аспектов с учетом выделенных приоритетов. Схема управления знаниями требует организации использования явных и неявных знаний при разрешении проблемных ситуаций с нечеткими технологиями и дает возможность повышения качества их интеллектуально-информационной поддержки за счет предоставления

системных интеллектуальных подсказок лицу, принимающему решение, со стороны естественного и/или искусственного интеллекта.

4. В диалоге лица, принимающего решения (ЛПР), с объектом нечетких технологий для качественной интеллектуально-информационной поддержки особое значение приобретает подсказка, необходимость которой обусловлена главной спецификой подобного объекта – его сложностью. Качество диалога определяется квалификацией ЛПР, уровнем сложности объекта и качеством подсказки. По мере роста сложности объекта качество диалога снижается. Компенсировать потери можно качеством подсказки.

5. Существующий инструментарий интеллектуально-информационной поддержки ННТ разработан и используется для решения отдельных задач, без учета необходимости комплексной поддержки обслуживания. Для обеспечения такой поддержки на основе методологии системной интеграции может быть использована предложенная инструментальная среда системотехнического обслуживания сложных объектов, базирующаяся на технологии тезаурусных систем знаний.

**Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** основана на применении современных методов обработки информации, анализа и синтеза.

#### **Научная новизна исследований:**

1. Развита методология интеллектуально-информационной поддержки нечетких наукоемких технологий – системная интеграция, направленная на системное (в отличие от сложившегося сегодня стихийного) позиционирование заинтересованных лиц при решении проблем со сложными объектами на основе формирования специальной среды комплексного обслуживания нечетких технологий. Предложенная методология базируется на использовании разработанных схемы разрешения проблемных ситуаций с нечеткими технологиями и схемы управления знаниями для предоставления лицам, заинтересованным в решении проблем нечетких технологий, системной интеллектуальной подсказки.

2. Предложена структура среды обслуживания нечетких наукоемких технологий, включающая сложный объект, финансово-материальные ресурсы, предметные базы данных, субъекта (пользователя - предметника, эксперта-предметника, разработчика – системотехника) и специальную инструментальную среду системотехнического обслуживания сложных объектов (ИС СОСО). Предназначение ИС СОСО состоит в предоставлении интегральной поддержки нечетких технологий на основе системного упорядочения взаимосвязей всех составляющих сложившейся среды обслуживания нечетких технологий. Получены концепция, структура, модели функционирования ИС СОСО.

3. Получен пакет моделей поведения, управления и развития для нечетких технологий и их интеллектуально-информационной поддержки в составе: концептуальных, структурных, функциональных, алгоритмических, критериальных моделей для технических и социоорганизационных систем, в том числе для электротехнологии, правоохранительных органов, органов здравоохранения, образования, государственного регулирования.

4. В качестве основного технологического средства интеллектуально-информационной поддержки на основе ИС СОСО предложены системы знаний (СЗ) – объединение иерархических тезаурусов, адекватно и наиболее полно определяющее системно-предметную область и ее окружение, построенное с учетом специфики представляемых знаний и цели разработки. Для представления знаний в вершинах и дугах тезаурусов предложено использовать гипертексты – совокупность наглядно представленных информационных блоков и связей между ними. Системы знаний призваны обеспечить маршрутизацию мышления пользователя в проблемной ситуации на основе подсказок схемы, маршрута и процедур решения проблемы.

### **Практическое значение исследований:**

1. Дана технология (регулярная схема) решения задач по обслуживанию сложных объектов, годная к практической реализации при современном уровне системной и управленческой культуры, информационных технологий и социального заказа. Разработанная технология положена в основу программ и

лабораторных практикумов курсов «Системотехника» (специальность 22.01), «Информационные технологии в управлении» (специальность 02.21) физико-технического факультета, курса «Исследование систем управления» (специальность 06.11) факультета гуманитарного образования УГТУ-УПИ, а также семинаров повышения квалификации старших руководителей Международного института бизнеса и информационных стратегий, проводимых совместно с университетом Брэдли (Иллинойс, США).

2. Возросло качество интеллектуально-информационной поддержки нечетких технологий, реализованной на основе ИС СОСО, во всех рассматриваемых предметных областях. Диапазон прироста качества по экспертной оценке составил от 28 до 94%. Это связано с совершенствованием составляющих поддержки:

- повышением квалификации персонала управленческого и технологического уровней (за счет систематизации знаний в предметных областях; использования методов и средств системной интеграции со специалистами в других областях, прежде всего, системотехниками; использования системных интеллектуальных подсказок стратегического уровня);
- повышением качества подготовки персонала (за счет более полного использования знаний экспертов, представленных в компьютерно реализованных системах знаний, а также объективизации системы оценки полученных знаний);
- получением моделей реального состояния сложной системы и целеполаганием (на основе системных методов, которые отражены в составе ИС СОСО в СЗ по переводу в новое качество);
- возможностью фиксации, передачи и использования знаний экспертов (на основе использования систем знаний);
- предоставлением интеллектуально-информационных средств, обеспечивающих упорядочение взаимосвязей между заинтересованными в решении проблемы лицами и получение ими системной интеллектуальной подсказки.



3. Полученные модели нечетких наукоемких технологий и реализация их интеллектуально-информационной поддержки на основе разработанной ИС СОСО позволили повысить качество процесса и результата деятельности специалистов-предметников и руководителей. Повышение качества технологической деятельности специалистов-предметников связано с применением полученных моделей поведения, результатов вычислительного эксперимента с ними, разработанных баз данных, систем знаний, использования системных интеллектуальных подсказок по технологической деятельности. Повышение качества управленческой деятельности связано с применением полученных моделей управления; проведенной оценкой состояния команд управления и управленческих технологий; использованием предложенной критериальной системы оценки деятельности объекта управления; созданием генератора отчетов, повышением системной и информационной квалификации ЛПР; использованием системных интеллектуальных подсказок стратегического уровня, в том числе по целеполаганию, планированию деятельности объекта и его развитию.

4. Разработанная инструментальная среда системотехнического обслуживания (в различных вариантах реализации, в том числе в виде системных интеллектуальных подсказчиков – СИП) для правоохранительных органов, органов образования, здравоохранения, производственных фирм использованы заказчиками для интеллектуально-информационной поддержки ННТ, что подтверждено актами об использовании и внедрении. Созданная в результате использования СИП по гибким электротехнологиям импульсно-потенциостатическая установка защищена патентом РФ.

### **Апробация работы.**

Результаты исследований и разработок были представлены и обсуждены на Всемирном конгрессе «Информационные коммуникации, сети, системы и технологии» (Дрезден, 1993); на V Международной конференции «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (Иваново, 1991); на 7 Кольском семинаре «Физическая химия и электрохимия редких и цветных металлов» (Апатиты, 1992), на I Международном семинаре «Расплавленные соли в ядерных технологиях» (Дмитровград, 1995); на XIV Всесоюзном симпозиуме

«Логическое управление с использованием ЭВМ» (Феодосия, 1991); на Уральской региональной конференции по искусственному интеллекту (Екатеринбург, 1994); на I региональной конференции «Интеллектуальные информационные технологии и стратегии в системной информатизации Уральского региона» (Челябинск, 1994); на Международной научно-практической конференции «Измерительно-информационные технологии в охране здоровья» (С.-Петербург, 1995); на межрегиональной конференции «Проблемы информатизации региона» (Красноярск, 1995); на 1,2 Всероссийских конференциях «Новые информационные технологии в исследовании дискретных структур» (Екатеринбург, 1996, 1998); на научно-практическом семинаре «Технические средства и информационные технологии в образовании» (Челябинск, 1993); на научно-практической конференции «Информатизация системы образования города» (Челябинск, 1996); на I Уральском форуме «Культура, искусство и информатизация на рубеже третьего тысячелетия» (Челябинск, 1996); на II Международной конференции «Новые информационные технологии в медицине и экологии» (Ялта-Гурзуф, 1996); на тематическом конгрессе «Нетрадиционные направления систем оздоровления населения г. Озерска на рубеже третьего тысячелетия» (Озерск, 1997); на Российско-Американском семинаре «Качество и цена: эффективная работа учреждений и подразделений в современных условиях» (Екатеринбург, 1997), на областной научно-практической конференции «Тестовые технологии и педагогические тесты в общем и профессиональном образовании» (Екатеринбург, 1998); на I Всероссийской конференции «Информатизация педиатрической науки и практики» (Екатеринбург-Москва, 1998); на III, IV республиканских научно-технических конференциях «Компьютерные технологии в горном деле» (Екатеринбург, 1998, 1999); на IV научно-практическом конгрессе «Информатизация регионов России: опыт, проблемы, перспективы» (С.-Петербург, 1998); на научно-практическом семинаре «Информатизация органов управления регионального и муниципального уровней» (Челябинск, 1998); на I-IV Международных научно-практических семинарах «Интеллектуальные информационные технологии в управлении» (Екатеринбург, 1998-2001); на Всероссийской конференции «Современные технологии лечения и реабилитации детей с ВЧЛП» (Екатеринбург, 1999); на межрегиональном научно-практическом семинаре «Информатизация органов управления регионального и муниципального уровней» (Челябинск, 1999); на II Уральской научно-практической конференции «Медицинская и биологическая кибернетика» (Екатеринбург, 2000); на всероссийской конференции «Медико-техническая интеграция в Уральском регионе» (Екатеринбург, 2000); на межрегиональном научно-практическом семинаре «Информационно-аналитические компьютерные системы и технологии в региональном и муниципальном управлении» (Челябинск, 2000), на научно-технической конференции-выставке «Качество» (Москва, 2001).

**Публикации.** По результатам диссертационного исследования опубликовано 134 научные работы (в том числе, 17 реферированных и опубликованных в центральных изданиях) и получен патент РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, глоссария основных терминов, списка литературы, включающего 320 наименований, приложения на 22 страницах. Общий объем работы – 317 стр.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** показана актуальность выбранной темы.

В **первой главе** рассмотрено состояние проблемы и поставлены задачи исследований. В качестве объекта приложения диссертационного исследования выбраны ННТ в производственной и социальной сферах. Проведен отбор и анализ (табл.1) литературных (~170) источников, в том числе представленных в сети Интернет. Установлено, что интеллектуально-информационная поддержка отражает широкую тематику: от методологии до частных программных продуктов. В этот диапазон входят такие понятия, как среда, обеспечение, обслуживание, инструментарий, системная интеграция. Интеллектуально-информационная поддержка обслуживания ННТ связывается, в первую очередь, с достижениями искусственного интеллекта и систем, основанных на знаниях, а также с развитием специфических разделов математики (в том числе, информационной). Установлено также, что чаще всего в публикациях рассматриваются отдельные механизмы поддержки ННТ (табл.2), однако, созрел социальный заказ на методологию, технологии и инструментарий комплексной интеллектуально-информационной поддержки.

Определено базовое понятие интеллектуально-информационной поддержки – среда обслуживания ННТ, которая в иерархии сфер человеческой деятельности существует наряду с рыночными средами товаров и услуг. Проведенный обзор литературы показал, что реальное состояние среды обслуживания ННТ характеризуется стихийно сложившимся позиционированием заинтересованных лиц и не удовлетворяет требованиям эффективности.

Таблица 1

**Виды поддержки обслуживания сложных объектов с точки зрения  
заинтересованных лиц**

Виды поддержки	Количество рассмотренных литературных источников для заинтересованных лиц:									
	специалистов-предметников				менеджеров		разработчиков			
	электротехнология	правоохранительные органы	образование	медицина	администрирование (ИПС, ОАСУ)	принятие решений (СППР, ЭС)	моделирование	проектирование	инженерия знаний	другие
Интеллектуально-информационная	1	4	2	7	13	12	3	2	17	6
Системная	3	1	1	5	13	8	10	7	1	2
Компьютерная	1	2	1	1	-	2	1	1	4	8

Таблица 2

**Количество рассматриваемых видов поддержки в литературных источниках**

Количество рассматриваемых видов поддержки (в различных сочетаниях)	1	2	3
Количество литературных источников	122	16	6

На основе базового понятия осуществлен выбор аналогов, по результатам анализа которых (табл.3) выбран прототип – ситуационный центр для поддержки корпоративных решений (Райков А.Н. // Открытые системы. №7,8. 1999). Ему присущи недостатки (см. оценку свойств в табл.3), которые принципиально могут быть устранены за счет реализации идеи, состоящей в формировании специальной среды обслуживания ННТ. Идея может быть реализована за счет введения в структуру прототипа инструментальной среды интеллектуально-информационной поддержки нечетких технологий, реализующей системную интеграцию на основе применения тезаурусных систем знаний и предоставления лицам, заинтересованным в решении проблем нечетких технологий, системной интеллектуальной подсказки.

Сформулированы цели и основные задачи диссертационной работы.

Таблица 3

## Оценка аналогов инструментальной среды обслуживания нечетких технологий

№ п/п	Оцениваемое свойство	Аналоги:			
		1	2	3	4
1.	Модульность технических решений	1	0,75	1	1
2.	Возможность единого взгляда на проблемную ситуацию	0	0,5	0,75	1
3.	Управление освоенными знаниями	0,75	0,75	1	1
4.	Управление неосвоенными знаниями	0	0,75	0,5	0,5
5.	Позиционирование заинтересованных лиц вокруг проблемной ситуации	0	0	0,25*	0,25*
6.	Возможность получения системной интеллектуальной подсказки	0	0,5	0,25	0,25
7.	Существование коммерческой версии продукта	1	0	0,75	0,75
Σ		2,75	3,25	4,5	4,75

\* Только при процедуре принятия решения.

Аналог 1. ПРИЗ – семейство инструментальных средств, ориентированных на знания (ИК АН ЭССР, 1980-1990 гг.)

Аналог 2. Интеллектуальная партнерская система (Переверзев-Орлов В.С., 1990г.)

Аналог 3. Корпоративные порталы (Hummingbird, Sybase Enterprise, Viador, Lotus Development, Весть-Метатеchnология, ЭЛВИС+, 2000 г.)

Аналог 4. Ситуационный центр для поддержки корпоративных решений (Корпорация «Парус», «Галактика», ICL-КПО ВС 1999, 2000 гг.)

**Во второй главе** выявлена специфика технических и активных систем в производстве, образовании, здравоохранении, правоохранительных органах и органах государственного регулирования, инвестиционной деятельности. Ее суть состоит, с одной стороны, в сложности, которую предложено учитывать дифференциально (по шести видам) или интегрально, а с другой стороны – в нечеткости терминологии. Проведен анализ и экспертная оценка (табл.4) априорного состояния объектов исследования, а также оценка сложности предметных областей. В результате оценки определено, что состояние профилирующих технологий существенно лучше, чем управленческих и информационных, однако, результат деятельности по профилирующим технологиям оставляет желать лучшего. При этом сложность (табл.5) практически всех рассмотренных предметных областей высока (превышает среднюю оценку) и чуть ниже в тех областях, где либо существует строгая организационная иерархия

Таблица 4

## Оценка априорного/апостериорного состояния нечетких технологий

№ п/п	Предметная область	Объект, даты оценки	Оценка для вида технологий								Суммарная оценка объекта	
			профилирующих		управленческих		информационных		результат	процесс	процесс	результат
			процесс	результат	процесс	результат	процесс	результат				
1	Производство	ООО НИИ Цветмет, 1992-94 ООО «БЗСМ», 1996	0,7/0,8 0,3	0,6/0,8 0,2	0,5/0,6 0,2	0,4/0,6 0,1	0,5/0,8 0,1	0,4/0,8 0,1	0,57/0,73 0,2	0,57/0,73 0,2	0,47/0,73 0,13	
2	Образование	ИРРО г.Екатеринбурга, 1994-96 Политехническая гимназия, г.Н.Татищ, 1996-97	0,5 0,7	0,3 0,6	0,5 0,5	0,2 0,4	0,2 0,3	0,1 0,2	0,4 0,5	0,4 0,5	0,2 0,4	0,2 0,4
3	Правоохранительные органы	ВГУТ, г.Новоуральск, 1994-95 ГУВД г.Екатеринбурга, 1994-95 Следственный отдел (СлО), 1994-95 Патрульно-постовая служба (ППС), 1995-96	0,7 - 0,6 0,6	0,6 - 0,4 0,6	0,5 0,5 0,4 0,4	0,4 0,3 0,2 0,3	0,5 0,3 0,3 0,3	0,4 0,2 0,2 0,2	0,57 0,4 0,43 0,43	0,57 0,4 0,43 0,43	0,47 0,25 0,27 0,37	
4	Органы государственного регулирования	Правительство Свердлов. обл., 1998	-	-	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3
5	Инвестиционная деятельность.	ИПК УГТУ, 1998-99	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,33	0,33	0,23	
6	Здравоохранение	ЕИЦ: кардиология, 1994-96	0,7/0,7	0,5/0,7	0,5/0,7	0,3/0,6	0,2/0,5	0,1/0,5	0,47/0,63	0,47/0,63	0,3/0,62	
		НПЦ «БОНУМ»: кинезиология, 1997-98	0,5/0,7	0,4/0,5	0,3/0,4	0,2/0,3	0,1/0,4	0,1/0,4	0,3/0,5	0,3/0,5	0,23/0,4	
		анестезия, 1996-97	0,6/0,7	0,4/0,6	0,3/0,4	0,1/0,2	0,1/0,5	0,1/0,5	0,33/0,53	0,33/0,53	0,2/0,46	
		хирургия, 1996-97	0,7/0,8	0,5/0,6	0,3/0,4	0,1/0,3	0,1/0,5	0,1/0,5	0,37/0,56	0,37/0,56	0,23/0,46	
		логопедия, 1998-н.вр.	0,5/0,6	0,3/0,5	0,2/0,5	0,1/0,5	0,1/0,6	0,1/0,6	0,27/0,56	0,27/0,56	0,17/0,53	
		охрана репродуктивного здоровья семьи, 1998-2000 менеджмент, 1996-н.вр.	0,5/0,6 -	0,4/0,5 -	0,2/0,5 0,5/0,7	0,1/0,5 0,4/0,7	0,1/0,5 0,3/0,7	0,1/0,5 0,2/0,7	0,27/0,53 0,4/0,7	0,27/0,53 0,4/0,7	0,2/0,5 0,3/0,7	0,2/0,5 0,3/0,7

(в том числе в документообороте), либо используемые технологии могут быть описаны, хотя бы частично, математическими моделями. Сложность в этих предметных областях возрастает при переходе от управленческих к технологическим задачам.

В результате анализа и априорной экспертной оценки установлено (см. табл.5), что эффективность разрешения проблемной ситуации зависит от ее сложности и качества интеллектуально-информационной поддержки. При этом возможность разрешения проблемных ситуаций может быть связана с улучшением качества диалога между сложным объектом и субъектами, его обслуживающими (в первую очередь, лицами, принимающими решения - ЛПР) на основе применения средств поддержки принятия решений – естественных и/или искусственных подсказчиков. На основе оценки априорного состояния объектов исследования и интеллектуально-информационной поддержки в предметных областях выдвинули гипотезы о возможности решения проблем со сложными объектами.

В третьей главе рассмотрены предпосылки и разработана методология интеллектуально-информационной поддержки нечетких технологий, основанная на системной интеграции лиц, заинтересованных в решении проблем нечетких технологий, а также соответствующих методов и средств. Методология системной интеграции базируется на применении предложенных схем разрешения проблемных ситуаций со сложным объектом и схем управления знаниями. Схема разрешения проблемных ситуаций (рис.1-4), возникающих при обслуживании нечетких технологий, заключается в последовательном и/или интегрированном применении методов и средств предметного (ПА), информационно-компьютерного (ИКА) и системного (СА) аспектов. Необходимость привлечения каждого следующего аспекта определяется степенью сложности ситуации.

Сформулированы проблемы систем знаний (СЗ) и систем управления знаниями (СУЗ), решение которых определяет качество интеллектуально-информационной поддержки обслуживания сложных систем: если полнообъемная

Таблица 5  
Априорная / апостериорная оценка интеллектуально-информационной поддержки в предметных областях

Сфера деятельности	Организация	Объект исследования (подразделение или вид деятельности)	Период обслуживания (гг.)	Сложность предметной области	Качество (априорное/апостериорное)					Суммарная оценка качества	
					интеллектуальных систем	кадров ЛПР в ролях			кадров экспертов-предметников	абсолютное значение	относительная величина
						предметника	информационщика	системотехника			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Производство	ООО НИИЦветмет	Электротехнологии	1991-1994	0,5	0,3/0,7	0,8/0,9	0,5/0,6	0,4/0,7	0,8/0,8	0,56/0,74	1,32
	ООО «БЭСМ»	Менеджмент	1996	0,8	0/0,2	0,6/0,6	0,1/0,2	0,1/0,4	0,4/0,4	0,24/0,36	1,5
	ГУВД г.Екатеринбург	Менеджмент	1994-1995	0,6	0,1/0,4	0,7/0,7	0,3/0,4	0,3/0,5	0,7/0,7	0,42/0,54	1,28
Правоохранительные органы		Следственный отдел	1994-1995	0,5	0,1/0,4	0,7/0,8	0,2/0,3	0,2/0,4	0,8/0,8	0,4/0,54	1,35
		ППС	1995-1996	0,5	0,1/0,3	0,7/0,8	0,3/0,5	0,2/0,4	0,7/0,7	0,4/0,54	1,35
	Политехническая гимназия, Н-Тагил	Менеджмент	1996-1997	0,7	0,1/0,5	0,7/0,8	0,3/0,5	0,2/0,5	0,8/0,8	0,42/0,62	1,48
Образование:	ВПУ, г.Ново-Уральск	Менеджмент	1994-1995	0,6	0,1/0,5	0,7/0,8	0,3/0,5	0,1/0,4	0,7/0,7	0,38/0,58	1,52
	ИРРО	Менеджмент	1994-1996	0,8	0,1/0,5	0,7/0,8	0,2/0,4	0,2/0,5	0,5/0,6	0,34/0,56	1,65
	Правительство Свердлов. области	Департамент	1998	0,6	0,3/0,7	-/-	0,5/0,6	0,2/0,4	0,5/0,7	0,37/0,6	1,62
Госрегулирование	ИПК УГТУ	Кафедра	1998-1999	0,7	0,2/0,7	0,6/0,8	0,5/0,7	0,1/0,5	0,7/0,8	0,42/0,7	1,67
	ИПК УГТУ	Кафедра	1994-1996	0,7	0,2/0,5	0,8/0,8	0,3/0,5	0,1/0,5	0,8/0,8	0,44/0,62	1,41
	ИПК УГТУ	Кафедра	1997-1998	0,9	0/0,4	0,8/0,8	0,1/0,4	0,1/0,5	0,8/0,8	0,36/0,58	1,61
Здравоохранение		Клиникология	1996-1997	0,8	0,1/0,5	0,7/0,8	0,1/0,5	0,1/0,5	0,7/0,7	0,34/0,6	1,76
		Анестезия	1996-1997	0,8	0,1/0,5	0,7/0,8	0,2/0,5	0,1/0,5	0,8/0,8	0,36/0,62	1,72
		Хирургия	1998-н.вр.	0,8	0,1/0,7	0,7/0,8	0,2/0,7	0,1/0,6	0,7/0,7	0,36/0,7	1,94
		Логопедия	1998-2000	0,8	0,1/0,7	0,7/0,8	0,2/0,6	0,1/0,6	0,7/0,8	0,36/0,7	1,94
		ЛОПЭС	1996-н.вр.	0,8	0,3/0,8	0,7/0,8	0,3/0,7	0,2/0,7	0,5/0,7	0,4/0,74	1,85



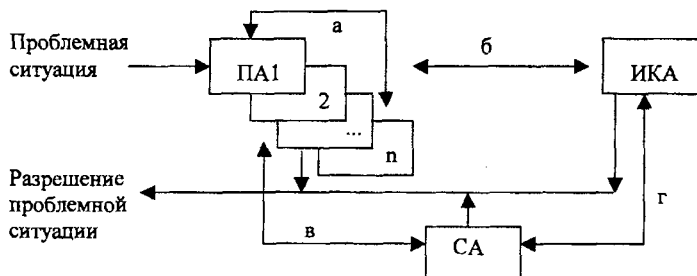


Рис.1. Схема разрешения проблемных ситуаций с нечеткими технологиями

информационная система работает неэффективно, т.е. не справляется с разрешением проблемной ситуации, то выход следует искать, во-первых, в открывании границы между явным и неявным, освоенным и неосвоенным знанием; во-вторых, в организации наряду с существующими информационными потоками новых потоков, связанных с устройством указанной границы.

Для разрешения указанных проблем предложены схемы управления знаниями (рис.5,6), включающие сложный объект, ЛПР, а также интеллектуальную информационную среду системотехнического обслуживания сложного объекта (в качестве источника подсказок ЛПР со стороны искусственного интеллекта) и специалистов (эксперта-предметника и разработчика – системотехника) как источник подсказок со стороны естественного интеллекта. Разработаны алгоритмы функционирования схем управления освоенными и неосвоенными знаниями.

Под **системной интеграцией** предложено понимать процесс объединения усилий политиков, стратегов, тактиков и техников по разрешению проблемной ситуации с нечеткими технологиями на основе инструментальной среды системотехнического обслуживания сложных объектов, достижений в пяти основных сферах современной деятельности: управлении, планировании, проектировании, предметных и информационных технологиях, при учете человеческого фактора с целью получения качественного бизнеса в рамках современного предприятия - киберкорпорации.

Предложенная методология системной интеграции (МТД СИ) включает:

$$\text{МТД СИ} = \langle \{\text{ПРИ}\}_i, \{\text{ССД}\}_j; \{\text{МСИ}\}_k; R1 \rangle, \quad (1)$$

где  $\{ПРЦ\}_i$  - совокупность системных принципов ( $i = 1...16$ );  
 $\{ССД\}_j$  - совокупность способов организации и построения теоретической и практической деятельности ( $j = 1...8$ );  
 $\{МСИ\}_k$  - совокупность методов системной интеграции ( $k = 1...5$ );  
 R1 - учение об этих совокупностях, как матрица связи.

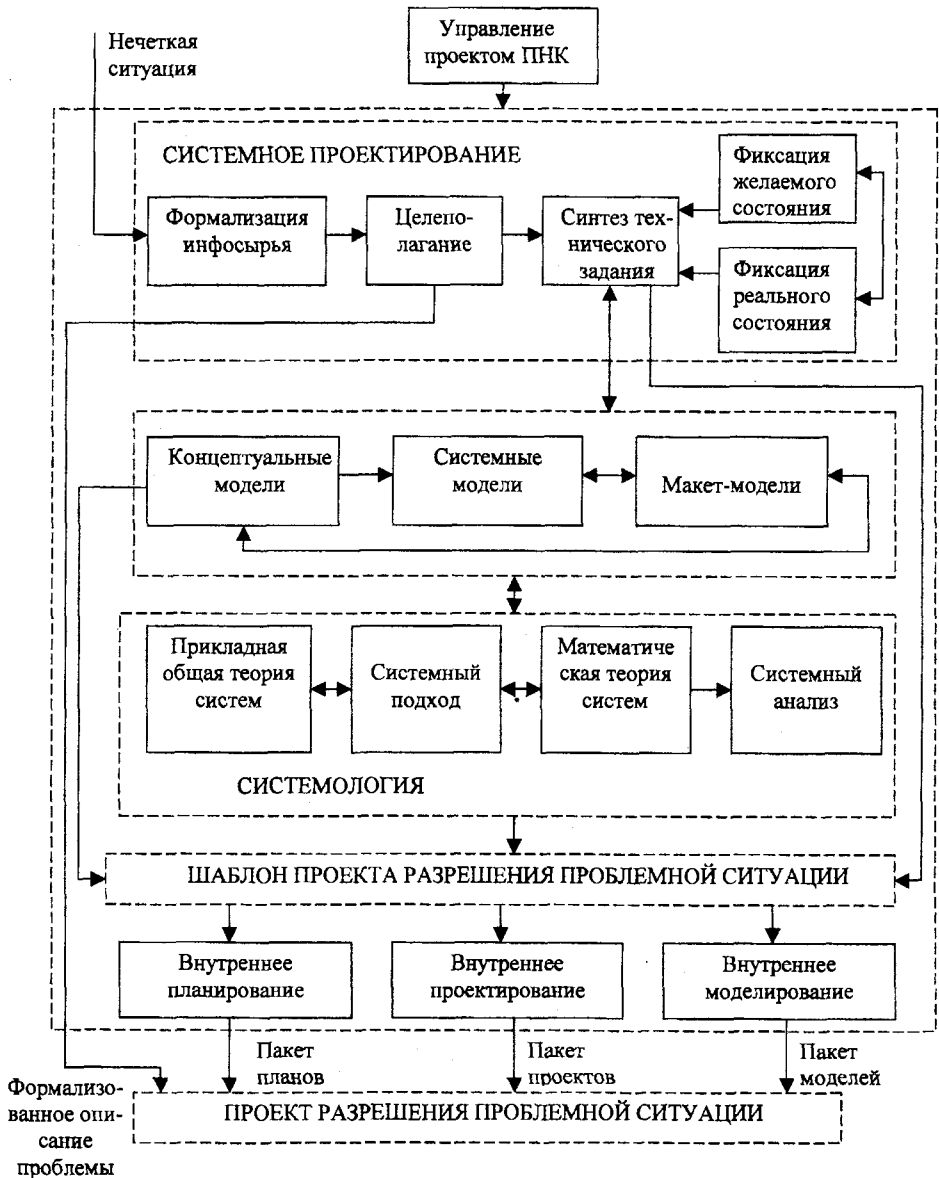


Рис.2. Схема разрешения проблемной ситуации в системном аспекте

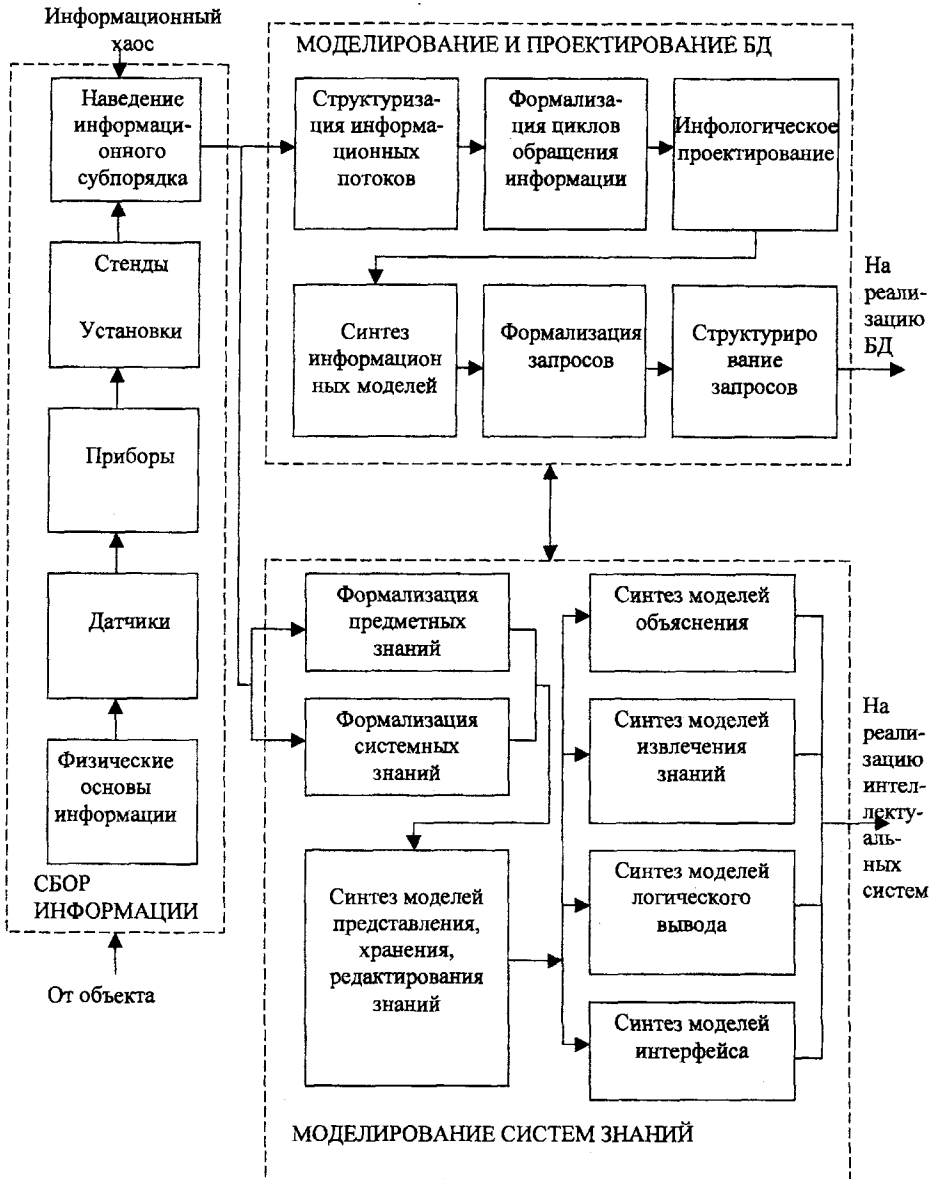


Рис.3. Схема информационной поддержки разрешения проблемной ситуации

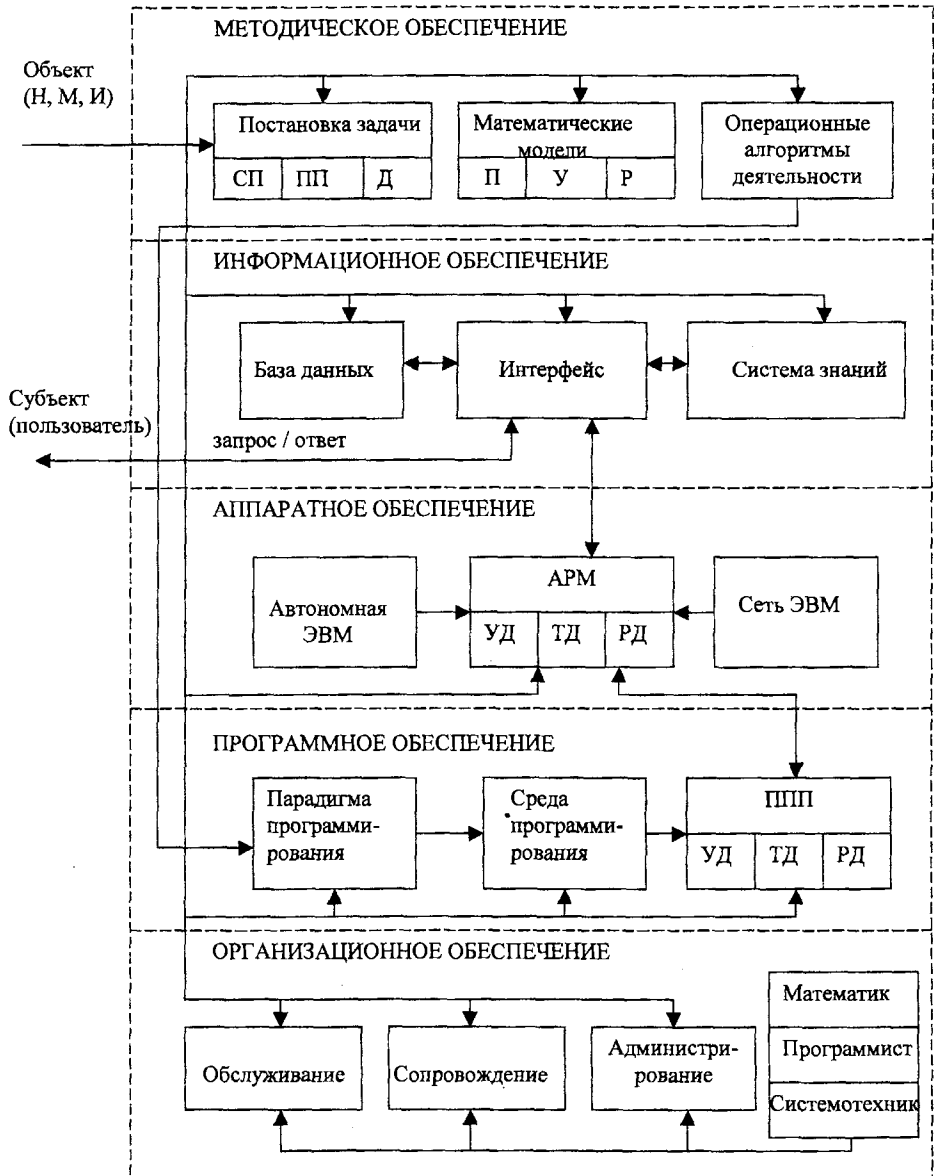


Рис.4. Схема компьютерной поддержки разрешения проблемной ситуации

(Виды объекта: Н – натуральный, М – масштабный, И – имитация;  
 виды постановки задач: СП – системная, ПП – предметная, Д – дидактическая;  
 виды математических моделей: П – поведения, У – управления, Р – развития;  
 виды деятельности: ТД – творческая, УД – управленческая, РД – рутинная)

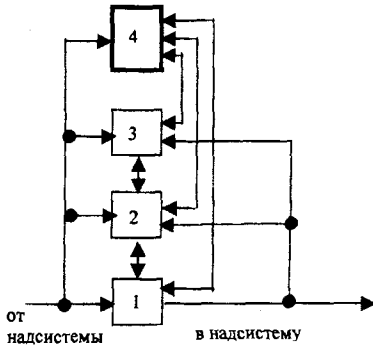


Рис.5. Схема макро-управления знаниями как полнообъемная информационная система

1 – схема управления освоенными знаниями при производстве, управлении и планировании на технологическом уровне,  
2 – схема управления освоенными знаниями при управлении и планировании на тактическом уровне,  
3 – схема управления освоенными знаниями при управлении и планировании на стратегическом уровне,  
4 – схема управления неосвоенными знаниями при разрешении проблемных ситуаций в подсистемах 1-3.

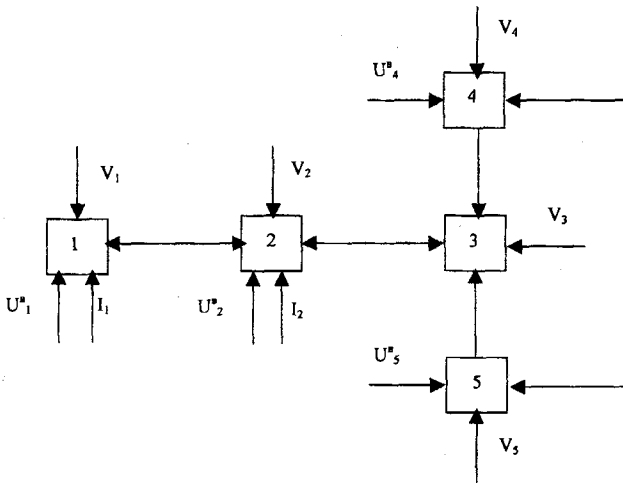


Рис.6. Схема управления знаниями при разрешении проблемной ситуации (для блока 4 на рис.5). Элементы: 1 – сложный объект в проблемной ситуации (блоки 1-3 на рис.5), 2 – ЛПР, 3 – интеллектуальная инструментальная среда системотехнического обслуживания сложного объекта (ИС СОСО), 4 – разработчик-системотехник, 5 – эксперт-предметник. Связи:  $V_1 - V_5$  – помехи,  $I_2$  – отклики от объекта; 21 – решение ЛПР, 23 – запрос ЛПР к ИС СОСО; 32 – альтернативы решений и критерии качества; 43 – решения разработчика;  $(U_1, U_2, U_4, U_5)^B$  – внешнее стимулирование; 54, 53 – знания эксперта, 45 – запрос разработчика к эксперту,  $I_1, I_2$  – критерии качества извне.

Интеллектуально-информационный инструментарий системной интеграции (ИНС СИ) для поддержки управленческих решений предложено рассматривать как пятерку:

$$\text{ИНС СИ} = \langle \{ \text{CPM} \}_b, \{ \text{CPП} \}_m, \{ \text{CPP} \}_n, \{ \text{CПЛ} \}_p, \{ \text{CPY} \}_q; R2 \rangle, \quad (2)$$

где  $\{СРМ\}_k$  - совокупность средств моделирования,  $k = 1...4$  (структуры, функции, ситуации, динамика);  
 $\{СРП\}_m$  - совокупность средств проектирования,  $m = 1, 2$  (системное и традиционное);  
 $\{СРР\}_n$  - совокупность средств реализации,  $n = 1...3$  (языки, оболочки общего назначения, ориентированные оболочки);  
 $\{СПЛ\}_p$  - совокупность средств планирования,  $p = 1...3$  (стратегическое, тактическое, текущее);  
 $\{СРУ\}_q$  - совокупность средств управления,  $q = 1...5$  (прямое с обратной связью, модельное, адаптивное, семиотическое);  $R_2$  - матрица связи.

Определен состав и приведены рекомендации по всем составляющим кортежей, предложена структура исполнителей проекта по системной интеграции.

Показано, что в качестве базовой составляющей системной интеграции необходимо использовать достижения системных наук. На практике этому чрезвычайно препятствует отсутствие рациональной терминологии и прагматичной методологии. Для устранения этого недостатка предложен тезаурус системных знаний (ТСЗ). Выделена специфика системных знаний (методологическая, семантическая, технологическая) и определены требования к ТСЗ. С целью наведения субпорядка в структуре системных знаний предложена их иерархия (включающая 610 понятий на 9 уровнях) и разработаны системные методы (фиксации реального состояния сложного объекта, целеполагания и планирования), отражающие модели системной деятельности по обслуживанию сложных объектов.

В четвертой главе представлены результаты моделирования и разработки инструментальной среды системотехнического обслуживания сложных объектов (ИС СОСО). Для обеспечения поддержки нечетких технологий предложена схема (рис.7) их обслуживания, включающая ИС СОСО.

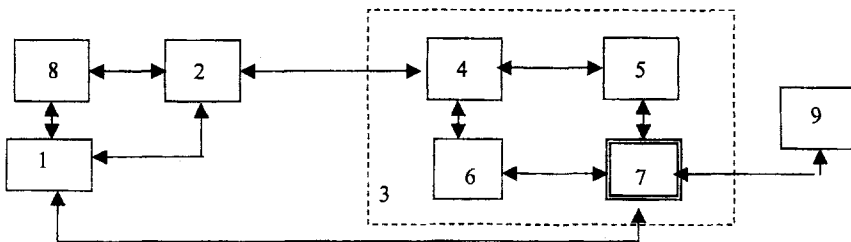


Рис.7. Схема среды обслуживания нечетких технологий для работы субъекта (2) - пользователя-предметника, эксперта-предметника, эксперта-системотехника со сложным объектом нечетких технологий (1) посредством использования инструментальной среды (3) в составе: футляр (4), оболочка (5), системологическая база знаний (6), системный монитор (7); 8 - финансово-материальные ресурсы, 9 - предметная база знаний

Разработаны концептуально-системные, функционально-структурные, алгоритмические модели ИС СОСО. Определены функциональные свойства элементов ИС СОСО (табл.6).

Таблица 6

Основные функционально-структурные свойства ИС СОСО

Элементы ИС СОСО	Составляющие элементов	Функции	Входы	Выходы
Футляр	Средства санкционирования и защиты	Санкционирование доступа и защита информации	Пароль	Доступ
	Интерфейсы: -пользователя; -эксперта; -системотехника	Сопряжение естественного и искусственного интеллектов	Запрос Исходный текст Задание на развитие	Текст в электронной форме Команды ИС
Оболочка	Аппарат оценки сложности	Оценка сложности задачи и объекта	Исходные данные: -об объекте; -о задаче	Интегральная оценка сложности: -объекта; -задачи
	Аппарат тактической настройки на объект	Получение макро-и мезотезаурусов	Ключевые слова макро-, мезоуровней	Макро-, мезотезаурусы
	Аппарат технологической настройки на объект	Получение микротезаурусов	Макротезаурус+ключевые слова микроуровня	Микротезаурусы
Ядро	Системный монитор	Составление пути получения решений стратегического, тактического и технологического характера	Оценка сложности + тезаурусы	Путь, запрос на данные и знания
	Системные секторы	Предоставление схемы, маршрута и процедуры получения информационно-логического продукта	Запрос на знания и данные, путь	Структурированный путь+продукт (планы, модели, проекты)
	Программные модули	Обработка информации по хорошо формализованным знаниям	Обращение к программным модулям	Услуги программных модулей

Структура базово-уровневой концептуальной модели ИС СОСО включает 3 подсистемы: систему знаний, инструментальную оболочку и собственно инструментальную среду, для которых получен пакет моделей (табл.7). В

качестве структурной основы систем знаний в ИС СОСО предложено использовать гипертекстовый тезаурус. Для реализации выбрана гибридная технология, связывающая концепцию мультимедийного гипертекстового тезауруса с концепциями интеллектуальных систем. Предложены определение и кортежные модели гиперграфа знаний, определены задачи, которые необходимо решать при работе с гиперграфовой структурой, а именно: задачи диспетчеризации (распределение и распараллеливание работ при наличии нескольких исполнителей), задачи маршрутизации и оптимизации на графах. Предложена структура гиперграфа знаний в ИС СОСО, которая включает подграфы (системы знаний по проблемной ситуации, по предметным технологиям, по системной интеграции), вершины и дуги которых содержат гипертекстовую информацию, структурированную по опциям (пунктам меню, соответствующим видам работ с блоками гипертекстов).

Таблица 7

## Пакет моделей, синтезированных для ИС СОСО

Подсистемы ИС СОСО	Структурная основа подсистем	Основные функции подсистем	Разработанные модели*	Публикации
1.Инструментальная среда	1.1.Футляр 1.2.Оболочка	1.1.Подготовка информационного сырья 1.2.Программирование исполняемых модулей 1.3.Синтез моделей 1.4.Информационное взаимодействие с внешней средой	К, Стр, Алг	2,4,7, 12,17, 18,30, 32,35
2.Инструментальная оболочка	2.1.Средства для работы со знаниями 2.2.Средства для построения пути на СЗ 2.3.Средства поддержки интерфейса с др. программными средствами 2.4.Средства санкционирования доступа и защиты информации	2.1.Создание СЗ 2.2.Редактирование знаний в СЗ 2.3.Наполнение знаниями СЗ 2.4.Извлечение знаний из СЗ 2.5.Организация диалога пользователя и СЗ 2.5.Санкционирование доступа и защита информации	К, Стр, Ф, Инф, Алг	19,20, 22
3.Система знаний	3.1.Звенья (подграфы гиперграфа знаний) 3.2.Гипертекстовый тезаурус	3.1.Представление знаний 3.2.Хранение знаний	К, Стр, Ф, Инф, Алг	21,23- 25,35

\*К – концептуальные; Стр – структурные; Ф – функциональные; Инф – информационные; Алг – алгоритмические модели.



Предложен подход к построению систем знаний в ИС СОСО, в том числе алгоритмы построения целевой системы знаний; содержательного описания объектов в вершинах иерархической семантической сети; декомпозиции понятий, задающих вершины; описания связей между вершинами.

**В пятой главе** рассмотрены варианты реализации подсистемы ИС СОСО – инструментальной оболочки, предназначенной для работы с системами знаний, а также представлены примеры технологий работы со знаниями в компьютерной реализации указанной оболочки.

Определена обобщенная структура программного обеспечения инструментальной среды, включающая средства работы с гипертекстами, мультимедиа, базами данных, графами общего и специального вида, средства управления и пользовательского интерфейса. Показано, что выбор варианта реализации зависит от конкретных целей, задач и ресурсов разработчика. Проведен анализ и осуществлен выбор средств программирования. Предложено использовать средства с элементами визуального программирования. Показано, что наиболее удобно применять сочетание среды программирования Delphi и пакетов для языка C++, а их взаимосвязь организовывать посредством библиотек в формате, доступном в обоих языках или посредством общих баз данных. Разработаны и представлены две версии компьютерной инструментальной оболочки систем знаний в ИС СОСО, предоставляющие средства для наглядного представления управляющего графа систем знаний по нечетким технологиям и работы с ним.

Рассмотрены примеры технологий работы со знаниями в компьютерной реализации ИС СОСО. Среди них: технология гипертекстового наполнения вершин верхнего уровня и соответствующих дуг системы знаний; технология гипертекстового наполнения опций вершин и дуг системы знаний, технология автоматизации переноса книжных текстов в компьютерные системы знаний (рис.8), для реализации которой разработано инструментальное средство приобретения знаний из текста (ПЗТ).

Обозначения на рис.8:  $X$  - множество терминов;  $T$  - множество фрагментов текстов;  $x_k$  - частота появления терминов во фрагментах;  $y_k$  - вектор частот упоминания понятия в

текстовых фрагментах;  $\tilde{X}$  - подмножество терминов, являющихся лексическими образами одного и того же понятия;  $Y$  - множество понятий;  $Q_1(y_i)$  - критерий смысловой значимости;  $Q_2(y_i, y_j)$  - критерий смысловой связанности понятий;  $Q_3(y_i, t_k)$ ,  $Q_4(y_i, y_j, t_k)$  - критериями релевантности фрагментов текстов для описаний понятий и их связей;  $F_{i,k}$  - число появлений  $i$ -го термина в  $k$ -м фрагменте,  $S_k$  - размер  $k$ -го фрагмента.

Показано, что технологии работы со знаниями в компьютерной реализации ИС СОСО многоплановы, часть из них специфична (например, технологии гипертекстового наполнения опций вершин и дуг системы знаний), другая же часть позволяет использовать современные технологии инженерии знаний, систем, основанных на знаниях, интеллектуальные Интернет - технологии или разрабатывать собственные варианты подобных технологий.

Минимальные требования к программно-техническим средствам: работа в среде MS WINDOWS 97, IBM Pentium 200, DX, 4Mb RAM.

**В шестой главе** представлены результаты интеллектуально-информационной поддержки нечетких технологий (табл.8) на основе реализации и применения ИС СОСО при решении проблемных ситуаций с нечеткими наукоемкими технологиями в различных предметных областях. В том числе для электротехнологических объектов (ЭТО) решена задача создания интеллектуально-информационной интегрированной системы (ИИИС) управления ЭТО.

Формализм задачи состоял в отыскании для заданных векторов  $TR$  и  $L$  вектора качества  $P^* = \sum_{i=1}^3 P_i^*$ , где  $P_i^* = f_i(TR, P, L)$ ,  $i \in [1, m]$ ,  $TR = \{TR_1, TR_2, \dots, TR_k\}$  - список требований,  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$  - список показателей,  $L = \{L_1, L_2, \dots, L_n\}$  - система ограничений на основные показатели, так, чтобы величина критерия  $I(TR^*, P^*, L) \rightarrow \max$ . Для этого решены вспомогательные задачи построения тезаурусной модели; описания объекта в пространстве «управление - отклик - время» с разбиением осей управления и времени; автоматизированной интерпретации состояний объекта; оптимального многокритериального управления  $I = \langle x, y, u, v, t \rangle$ ,  $u \in U$ , где  $x$  - переменная состояния,  $y$  - отклик,  $u$  - управление,  $v$  - помеха,  $t$  - время,  $I = \sum_{j=1}^3 I_j \alpha_j$ , где  $I_1$  - избирательность процессов,  $I_2$  - их интенсивность,  $I_3$  - извлечение ценного продукта из смеси;  $I_j = I_j^T / I_j^{TP} \rightarrow \max$ ,  $I_j^T$ ,  $I_j^{TP}$  - текущее и требуемое значения. В результате создана ИИИС ЭТО, защищенная патентом РФ.

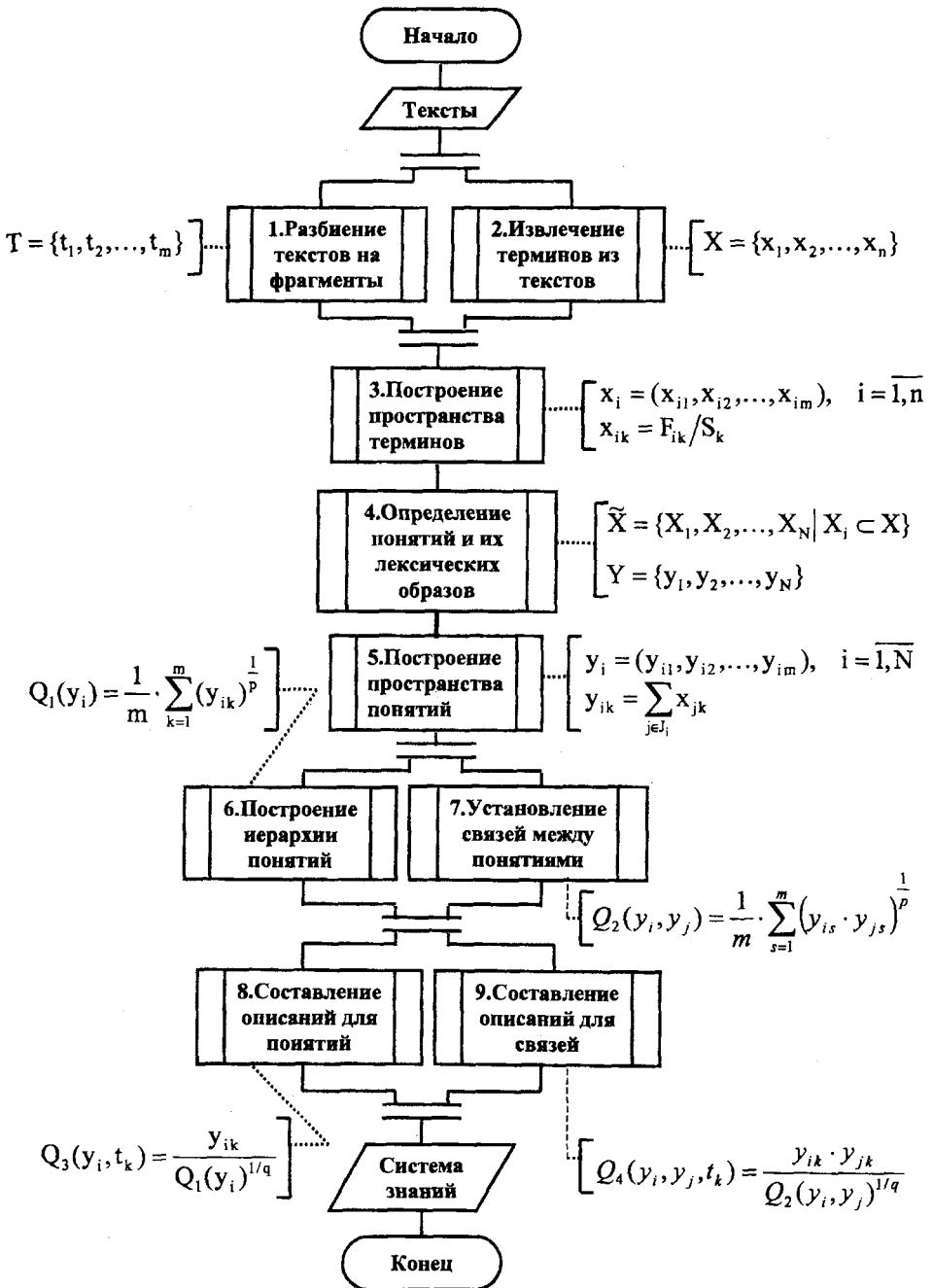


Рис. 8. Математическая и алгоритмическая модели ПЗТ

Предложенная технология интеллектуально-информационной поддержки имеет инвариантную и настраиваемую части. Последняя связана с позиционированием имеющихся ресурсов. Показано, что в условиях ограниченности ресурсов наиболее подходящей базой для поддержки проектов по системной интеграции в интересах сложной системы являются системные интеллектуальные подсказчики (СИП) как настроенные на проблемную область и задачу части ИС СОСО. В полном объеме инструментальная среда системотехнического обслуживания внедрена и используется в управленческой и технологической деятельности научно-практического реабилитационного центра (НПРЦ) «Бонум». На основе экспертной оценки проведено сравнение (см. табл.5) априорного и апостериорного (после применения разработанной инструментальной среды) качества интеллектуально-информационной поддержки ННТ в рассматриваемых предметных областях. Показано, что диапазон прироста качества поддержки ННТ составил от 28 до 94%. Как следствие выявлен и существенный прирост качества самих ННТ (см. табл.4).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основные научные и практические результаты работы следующие:

1. Показана актуальность нечетких наукоемких технологий и их интеллектуально-информационной поддержки в научном и практическом аспектах на современном этапе развития сфер человеческой деятельности.
2. Определена специфика объектов нечетких технологий, заключающаяся в сложности, проведена ее оценка, проанализированы и оценены проблемные ситуации с техническими и активными системами в нескольких предметных областях: производстве, образовании, здравоохранении, правоохранительных органах и органах государственного регулирования. Показана необходимость интеллектуально-информационной поддержки при разрешении проблем нечетких технологий в выбранных предметных областях, а также возможность осуществления такой поддержки на основе формирования среды обслуживания, разработки единой методологии интеллектуально-информационной поддержки и соответствующего инструментария.

Таблица 8

## Результаты реализации ИС СОСО и ее применения для интеллектуально-информационной поддержки

Предметная область	Учреждение / подразделение	Синтезированные модели	Компьютерная / некомпьютерная реализация подсказчика (КР / НР)	Результат применения ИС СОСО для решения проблем
1	2	3	4	5
Производство	ООО НИИЦветмет (электротехнология - ЭТО)	Схема, маршрут и процедуры перевода в новое качество (ПНК) ЭТО; Модели нестраничного ГАП ЭТО; Алгоритм моделирования ГАП ЭТО	НР и КР: СИП стратегического, тактического и технологического уровней [2,3,6,8-10]	Структурная схема и алгоритм функционирования гибкого электронного производства (патент РФ)
	ООО «БЭСМ»	Фиксация реального состояния экономической деятельности	НР: пакет моделей реального состояния ООО «БЭСМ» [15]	Прогноз развития проблемной ситуации (начало процедуры банкротства)
Образование	Институт развития регионального образования, г.Екатеринбург	Целеполагание	НР: Методические указания к курсу повышения квалификации учителей-предметников и организаторов образования [13]	Повышение квалификации управленцев; Создание кафедры системологии и системотехники
	Политехническая гимназия, г.Н. Тагил	Целеполагание	Системнообоснованное ТЗ на программу развития гимназии [14]	Программа развития гимназии; Повышение квалификации персонала (канд.дис.)
	Высшее профессионально-техническое училище (ВПУ), г.Новоуральск	Целеполагание	Системнообоснованное ТЗ на программу развития ВПУ [13]	Программа развития ВПУ

Продолжение табл.8

1	2	3	4	5
Правоохранительные органы	ГУВД, г.Екатеринбург	Целеполагание: формирование и обработка списков целей, задач, выбор актуального объекта, критериев	НР: алгоритмы системных методов целеполагания, фиксации реального состояния (ФРС), планирования [12]	Формулировка и декомпозиция глобальной цели; Анализ планов и рекомендаций по их коррекции; Повышение квалификации персонала (канд.дис.)
	Следственный отдел (СдО)	Функциональные модели СдО, СдО, управления технологий в СдО; Критерии, пространство состояний для фиксации реального состояния; Системная модель плана; Модель ситуации большой нагрузки для следователя	КР: СИП «Планирование», СИП «Реальное состояние», СИП «Целеполагание»; Шаблон расписания работы следователя на основе Timeline [12]	Перевод в новое качество управленческой деятельности: обеспечение системности в составлении планов и целеполагании; Выявлены и ликвидированы «ресурс-конфликты» в работе следователя
	Патрульно-постовая служба (ППС)	Модели деятельности сотрудников ППС	КР: тренажер для учебного центра полка ППС	Повышение качества подготовки сотрудников ППС и контроля за их подготовкой

Продолжение табл.8

1 Органы госрегулирования	2	3	4	5
	Правительство Свердловской области	Структурные модели интегрированной информационной системы Свердловской области Типовые технологии, применяемые при разработке и моделировании частных информационных систем;	НР: Общее ТЗ на реализацию программы социально- экономического развития Свердловской области [16]	Общие положения создания интегрированной информационной системы региона; Заинтересованность других департаментов правительства в системной информационной поддержки деятельности
Инвестиционная деятельность	Институт повышения квалификации УТТУ	Структура понятий предметной области; Концептуальные, функциональные, алгоритмические модели инвестиционной деятельности	НР: СЗ по инвестиционной деятельности [36]	Повышение квалификации специалистов (доктор. Дис.)
	Екатеринбургский инфарктный центр/ кардиология	Модели обслуживания кардиобольного;	КР: АРМ исследователя по оценке качества крови; СИП для нетипичной кардиологической ситуации [27]	Повышение качества обслуживания больных инфарктом миокарда; Повышение квалификации персонала (канд. дис.)
Защита Здравоохранение	НИРЦ «БОНУМ» / кинезиология	Структура понятий предметной области; Алгоритмы деятельности; Алгоритм диагностики	КР: СЗ по кинезиологии	Повышение качества обслуживания пациентов; Возможность передачи знаний эксперта

Окончание табл.8

1	2	3	4	5
Здравоохранение	анестезия	Алгоритмы научной деятельности	КР: СЗ по восстановлению высшей нервной деятельности у детей с ВРГН [29]	Повышение качества обслуживания; возможность передачи знаний эксперта
	хирургия	Алгоритмы деятельности; Критериальная система	КР: БД (с элементами СЗ) по комплексной реабилитации небоноглоточной недостаточности [28]	Повышение качества обслуживания пациентов; Возможность передачи знаний эксперта; Повышение квалификации персонала (доктор. дис.)
	логопедия	Алгоритмы деятельности; Критериальная система	КР: СЗ по проблемным ситуациям в логопедии [34]	Повышение качества обслуживания пациентов; Возможность передачи знаний эксперта; Повышение квалификации персонала (канд. дис.)
	охрана репродуктивного здоровья семьи (ОРЭС)	Алгоритмы деятельности; Концептуальные, структурные модели ОРЭС; Карты эпидемиологии патологий ВРГН в Свердлов. обл.	КР: СЗ по ОРЭС [32,33]	Повышение качества обслуживания пациентов; Возможность передачи знаний эксперта; Повышение квалификации персонала (доктор. дис.)
	менеджмент	2-хуровневая схема управления; Структурные модели; Критериальная система оценки деятельности научно-практического медицинского учреждения (НПМУ)	НР: Программа развития НПМУ; КР: СЗ «БОНУМ»; Система критериальной оценки; Интеллектуальный портал руководителя [2,26,31]	Повышение: конкурентоспособности; качества научной деятельности; эффективности практической деятельности; Повышение квалификации персонала (2 канд. дис.)



3. Разработана методология интеллектуально-информационной поддержки нечетких технологий (системная интеграция) на основе построения и применения систем знаний, включающая:

- схему разрешения проблемных ситуаций, возникающих при обслуживании нечетких технологий, основанную на последовательном и/или интегрированном применении методов и средств предметного, информационно-компьютерного, системного аспектов с учетом выделенных по каждому аспекту приоритетов;
- схему управления знаниями, позволяющую организовать использование явных и неявных знаний при разрешении проблемных ситуаций с нечеткими технологиями и дающую возможность повышения качества их интеллектуально-информационной поддержки за счет предоставления системных интеллектуальных подсказок лицу, принимающему решение, на основе предложенной инструментальной среды системотехнического обслуживания сложных объектов.

4. Получен набор моделей, на основании которых разработана инструментальная среда системотехнического обслуживания сложных объектов (ИС СОСО), обеспечивающая системно обоснованное позиционирование лиц, заинтересованных в решении проблем нечетких технологий, и комплексное обслуживание нечетких технологий в соответствии с методологией системной интеграции.

5. Разработаны структуры интеллектуальных компонентов ИС СОСО - систем знаний, а также технологии работы с ними.

6. ИС СОСО реализована в компьютерном и некомпьютерном видах для выбранных технических и социоорганизационных объектов и использована для поддержки принятия решений на различных организационных уровнях. Результаты внедрения и использования подтверждены соответствующими документами. В результате применения ИС СОСО получены технический, социальный и экономический эффекты.

7. Получены модели ННТ, их применение для интеллектуально-информационной поддержки на основе ИС СОСО привело к повышению качества процесса и результата деятельности специалистов-предметников и руководителей.

8. В дидактическом аспекте выделены и реализованы следующие направления использования инструментальной среды:

- повышение квалификации персонала управленческого и технологического уровней;
- повышение качества системы подготовки персонала;
- фиксация, передача и использование знаний экспертов.

Экспертная оценка результатов проведенных исследований по сравнению с выбранными аналогами и прототипом представлена в табл.10. Нумерация аналогов соответствует нумерации, приведенной в табл.3.

В итоге получены методология интеллектуально-информационной поддержки нечетких наукоемких технологий и реализующая ее инструментальная среда на уровнях теоретической, технологической и инженерной проработки.

Таблица 10

Экспертная оценка свойств разработанной ИС СОСО по сравнению с  
выбранными аналогами

№ п/п	Оцениваемое свойство	Аналоги:				ИС СОСО
		1	2	3	4 (прототип)	
1.	Модульность технических решений	1	0,75	1	1	1
2.	Возможность единого взгляда на проблемную ситуацию	0	0,5	0,75	1	1
3.	Управление освоенными знаниями	0,75	0,75	1	1	1
4.	Управление неосвоенными знаниями	0	0,75	0,5	0,5	0,75
5.	Позиционирование заинтересованных лиц вокруг проблемной ситуации	0	0	0,25*	0,25*	1
6.	Возможность получения системной интеллектуальной подсказки	0	0,5	0,25	0,25	1
7.	Существование коммерческой версии продукта	1	0	0,75	0,75	0
Σ		2,75	3,25	4,5	4,75	5,75

\*Только при процедуре принятия решения.

**Основные работы по теме диссертации** (во всех совместных публикациях автору принадлежит постановка задач на стратегическом, тактическом и технологическом уровнях; реализация на стратегическом и тактическом уровнях):

1. Ткаченко Т.Я. Сложные социоорганизационные системы: проблематика и возможности решения проблем с помощью интеллектуально-информационных систем // Информационно-аналитические компьютерные системы и технологии в региональном и муниципальном управлении: Сб. Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001. С.169-182.
2. Ткаченко Т.Я. Инструментальная среда системотехнического обслуживания сложных объектов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. 283 с.
3. Ткаченко Т.Я. Инструментальная среда системотехнического обслуживания электротехнологических объектов // Интеллектика. Логистика. Системология: Сб. науч. трудов. Вып.7. Челябинск: ЦНТИ, 2002. С.130-143.
4. Ткаченко Т.Я. Инструментальная среда системотехнического обслуживания нечетких технологий // Интеллектика. Логистика. Системология: Сб. науч. трудов. Вып.7. Челябинск: ЦНТИ, 2002. С.113-129.
5. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Введение в системологию и системотехнику. Екатеринбург: ИРРО, 1994. 198с.
6. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Информационно-технологические и системотехнические разработки нетрадиционных ГАП // Логическое управление с использованием ЭВМ: Сб. М.-Федосия, 1991. С.275-280.
7. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Концептуально-системная модель инструментальной среды системотехнического обслуживания сложных объектов / Деп. в ВИНТИ. № 3706. 1991. 30 стр.
8. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Концептуально-системные модели нетрадиционных ГАП и их САПР / Деп. в ВИНТИ. № 414. 1992. 39 стр.
9. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Система моделирования для САПР компьютерных устройств специального назначения // Проектирование ЭВМ: Межвузовский сб. науч. тр. Рязань: Рязанский радиотехнический ин-т, 1992. С.30-35.
10. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Моделирование гибких автоматизированных производств электротехнологии / Сообщения АН Грузии. Т.152. №3. Тбилиси, 1995. С.607-615.
11. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я., Гудков С.В. Импульсно-потенциостатическая установка / Патент № 2052799. 1996. 11с.
12. Системный аспект информатизации правоохранительных органов / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко и др. Екатеринбург: УГТУ, 1995. 190с.
13. Системное проектирование нового качества образовательного учреждения: проблема-тика, цели, задачи / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, В.Я.Шевченко и др. Отчет о НИР. Ч.1,2. Екатеринбург: ИРРО, 1994. 36с., 28с.
14. Системная оценка реального состояния политехнической гимназии: методология, инструментарий, примеры / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, В.П.Исаева, Д.М.Назаров. Отчет о НИР. №1/361-95. Екатеринбург: УГТУ-ИРРО, 1996. 13 п.л. (183с.).
15. Разработка концепции становления и перевода экономической деятельности ООО "БЗСМ" в новое качество / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, Д.Л.Мелких, С.С.Печеркин Отчет о НИР. Екатеринбург: АИИЗ, 1997. 80с.
16. Общее техническое задание на реализацию "Программы информационного обеспечения социально-экономического развития Свердловской области" / Отчет о НИР в 8-ми тт. / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, Т.О.1,5. Екатеринбург: ИММ УрО РАН, 1998.
17. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Разработка интеллектуальной инструментальной среды системотехнического обслуживания сложных объектов / Логическое управление. Интеллектуальные информационные технологии и стратегии: Сб. Дрезден-М., 1993. С.71-73.
18. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я., Бельков С.А. Базово-уровневые концепции для разработки интеллектуальной информационной среды // Новые информационные технологии в исследовании дискретных структур: Сб. Екатеринбург: Ин-т машиноведения УрО РАН, 1998. С.18-24.
19. Гипертекстовый тезаурус системных знаний и компьютерная оболочка для его реализации / С.Л.Гольдштейн, С.А.Бельков, Т.Я.Ткаченко, Д.Г.Рудаковский // Новые информационные технологии в исследовании дискретных структур: Сб. Екатеринбург: Ин-т машиноведения УрО РАН, 1996. С.8-13.

20. Бельков С.А., Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Гипертекстовый тезаурус системных знаний // Научно-техническая информация. Информационные процессы и системы. №3. 1996. С.1-11.
21. Браславский П.И., Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. Тезаурус как средство описания систем знаний // Научно-техническая информация. Сер.2 Информационные процессы и системы. №11. 1997. С.16-22
22. Проблема реализации гипертекстового тезауруса системных знаний / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, С.А.Бельков, Д.Г.Рудаковский // Новые информационные технологии в исследовании дискретных структур: Сб. Екатеринбург: Ин-т машиноведения УрО РАН, 1996. С.8-13.
23. Гольдштейн С.Л., Кудрявцев А.Г., Ткаченко Т.Я. Моделирование систем знаний: системно-информационный аспект и физико-технические аналоги // Научно-техническая информация. Сер.2 Информационные процессы и системы. №8. 1998. С.17-32.
24. Гольдштейн С.Л., Кудрявцев А.Г., Ткаченко Т.Я. Моделирование систем знаний: компьютерный эксперимент // Научно-техническая информация. Сер.2 Информационные процессы и системы. №2. 2000. С.15-21.
25. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я., Устьянцев Д.А. Об одном способе построения систем знаний // Научно-техническая информация. Сер.2 Информационные процессы и системы. №8. 1997. С.18-25.
26. Информационный аспект задачи управления социоорганизационными системами / С.И.Блохина, С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, В.П.Козлова, Д.Л.Мелких. ИНФОР. №1. Челябинск: ЦНТИ, 1998. С.18-26.
27. Системное проектирование перевода медицинского учреждения в новое качество/ Габинский Я.Л., Ткаченко Т.Я. и др. /Деп. В ВИНТИ. № 2532. 1995. 35 с.
28. О системе знаний по комплексной реабилитации детей с НГН / С.Л.Гольдштейн, Ад.А.Мамедов, Т.Я.Ткаченко и др. // Современные реабилитационные технологии и качество здоровья: Сб. Екатеринбург: БОНУМ, 1997. С.98-107.
29. Подход к созданию СИП по изучению восстановления высшей нервной деятельности у детей с ВРГН после общей анестезии / С.И.Блохина, С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, А.М.Вербук, Д.А.Подорожный // Современные реабилитационные технологии и качество здоровья: Сб. Екатеринбург: БОНУМ, 1997. С.86-89.
30. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я., Печеркин С.С. Системная интеграция: методология и интеллектуально-информационный инструментальный поддержки управленческой деятельности / ИНФОР. Пилотный вып. Челябинск: ЦНТИ, 1998. С.17-25.
31. Оценка состояния команд управления и управленческих технологий / С.И.Блохина, С.Л.Гольдштейн, В.П.Козлова, Т.Я.Ткаченко, Д.Л.Мелких // ИНФОР-БОНУМ. №1 (5). Челябинск, 2000. С.4-11.
32. Тактическая настройка интеллектуального АРМ в интересах медицинского учреждения: схема и примеры / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко и др. // ИНФОР-БОНУМ. №1 (5). Челябинск, 2000. С.12-21.
33. Алгоритмические модели функционирования системы обслуживания личности на примере охраны репродуктивного здоровья семьи / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, А.В.Калюш, М.А.Еремеева // ИНФОР-БОНУМ. №1 (5). Челябинск, 2000. С.85-93.
34. Системный аспект диагностики и коррекции фонетико-фонематической стороны речи у дошкольников с дизартрией / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, С.И.Блохина, З.А.Ренина, Н.А.Свинина // ИНФОР-БОНУМ. №1 (5). Челябинск, 2000. С.22-26.
35. Гольдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я., Печеркин С.С. Системная интеграция: системно-информационно-информационный подход к проблеме знаний и управления знаниями // ИНФОР-БОНУМ. №1 (5). Челябинск, 2000. С.99-110.
36. Схема гипертекстового наполнения верхнего уровня системы знаний по стратегической инвестиционной деятельности / С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко, Н.И.Внуковский, Т.А.Антасюк, // Компьютерные технологии в горном деле: Сб. Екатеринбург: УГГА, 1999. С.81-83.

Екатеринбург      Бумага типографская. Печать офсетная      Формат 60х84 1/16  
Усл.-изд.л.1,87    Усл.печ.л. 2,1    Тираж 100    Заказ № 65    Подписано в печать 14.05.2002

Ризография НИЧ УГТУ-УПИ  
620002, г.Екатеринбург, ул.Мира, 19